1. مدخل

توطدت فكرة إمكانية القيام باختبار التربة أو تحليل التربة والحصول على بعض المعلومات المتعلقة بخواصها ولاسيما حموضتها وقلويتها ووضع العناصر الغذائية فيها على فترة طويلة، حيث يمكن تتبع ذلك بالرجوع إلى بداية التحقق العلمي لمعرفة طبيعة التربة. بيد أن تحليل النبات الذي يعكس واقع خصوبة التربة التي ينمو فيها يعد أكثر حداثة، بالرغم من أن الملاحظات البصرية للمحصول قديمة قدم اليونانيين القدامى إن لم تكن أقدم. وفي العقود القليلة الماضية، ونظراً لتحول الزراعة إلى مشروع تجاري وتزايد الطلب على الإنتاج من موارد أرضية محدودة بل ومتناقصة، تم وضع إجراءاتٍ لاختبار التربة والنبات، ولاتزال قيد التطوير حتى وقتنا الراهن.

ومع بدء ظهور الأسمدة الكيميائية، أصبحت الحاجة إلى معرفة واقع التربة من حيث العناصر الغذائية أمراً بالغ الأهمية، وذلك ليصار إلى استعمال هذه المدخلات المحدودة ذات الثمن الباهظ، بطريقة أكثر فعالية. ومن ناحية ثانية، إذا أريد لإختبار التربة أن يكون وسيلة فعالة لتقييم واقع الخصوبة للترب، فإنه لابد من اتباع منهجية صحيحة. وقد يتم إجراء تقييم لتربة أو حقل ما من حيث قدرته على تزويد المحصول بالعناصر الغذائية الأساسية بالطرق المتعددة التالية:

1. تجارب تسميد القطع الحقلية؛
2. تجارب الأصص في الدفيئات؛
3. أعراض نقص العناصر الغذائية في المحصول؛
4. تحليل النبات؛
5. تحليل سريع للنسج أو النسغ؛
6. اختبارات بيولوجية، مثل زراعة الكائنات المجهرية؛
7. اختبار كيميائي سريع لاختبار التربة قبل الزراعة.

ومع إمكانية استعمال جميع هذه الطرائق في البحث، إلا أن هذه الأخيرة هي الأكثر سهولة في التطبيق، ويمكن الاعتماد عليها في صياغة توصيات للمزارعين. و من جهة أخرى، يعد تحليل النبات هو *إحدى طرائق الفحص التالية* والتي يجب تفسيرها في ضوء نتائج اختبار التربة.

تعتبر اختبارات التربة في الوقت الحاضر جزءاً جوهرياً من الزراعة الحديثة في الغرب. وتركز الاختبارات الأولية على العناصر الرئيسة التي تتطلبها المحاصيل وتقدمها الأسمدة وتتمثل بـ: *الآزوت* (N)، *والفوسفور* (P)، *والبوتاسيوم* (K). وبالاعتماد على *نماذج الترب*، تجرى في بعض المناطق اختبارات من أجل العناصر الغذائية الثانوية وهي: *الكالسيوم* (Ca)، *والمغنزيوم* (Mg)، *والكبريت* (S). وفي المناطق الأكثر جفافاً، غالباً

ما يجري قياس العناصر الغذائية الصغرى مثل *الحديد* (Fe)، *والزنك* (Zn)، *والمنغنيز* (Mn)، *والنحاس* (Cu)، *والبورون* (B). على اعتبار أن النقص في هذه العناصر هو أكثر ارتباطاً بالترب الكلسية. وفي الحقيقة، تحتوي هذه المناطق أيضاً على مستويات عالية أو سامة من بعض العناصر مثل البورون والصوديوم.

ولما كان سلوك العناصر الغذائية في الترب مرتبطة بخواص تلك الترب والظروف البيئية، فإن قياس تلك الخواص يعد مطلوباً على الأغلب. وتشمل هذه القياسات كلاً من درجة الحموضة *(pH)*، *والملوحة salinity*، *والمادة العضوية (OM)*، وكربونات *الكالسيوم* ($CaCO_3$)، وقوام *التربة texture*. وفي المناطق الأكثر جفافا، يعد وجود *الجبس* ($CaSO_4.2H_2O$) موضع اهتمام خاص.

تشمل اختبارات التربة أربع مراحل متميزة:

1. **جمع العينات**: يجب أن تعكس العينة بشكل موثوق واقع الحقل كممثل للمعيار المدروس.
2. **الاستخلاص أو الهضم وتقدير العناصر الغذائية**: يجب أن تعمل المحاليل المستخدمة والإجراءات المعتمدة على قياس كمية جميع العناصر في التربة، أو أجزاء محدودة منها من تلك المرتبطة بتوافر النبات، أي يجب أن تكون مرتبطة بنمو النبات.
3. **تفسير النتائج التحليلية**: يجب أن تشير وحدات القياس بشكل موثوق إلى واقع العناصر الغذائية، هل هناك من نقص فيها أم أن وجودها كاف أم زائد عن الحد.
4. **التوصيات التسميدية**: تعتمد هذه التوصيات على الاختبار الذي تمت معايرته للظروف الحقلية، كما تأخذ بعين الاعتبار عوامل أخرى مثل الهدف من الغلة، ومتطلبات المحصول من العناصر الغذائية، وإدارة المحصول، ونموذج التربة، وطرق استخدام الأسمدة وما إلى ذلك.

إلا أنه يجب التأكيد على أن اختبارات التربة، سواء أكانت *معتمدة أم دقيقة*، لا تشكل سوى *عامل* واحد في اتخاذ القرار فيما يتعلق بالحاجة *للتسميد*، كما توجد عوامل أخرى كثيرة تؤثر في نمو المحصول وإنتاجه، مثل نموذج التربة و الظروف البيئية، أي الرطوبة ودرجة الحرارة ... إلخ.

ونظراً لتنوع أشكال العناصر الغذائية واختلافها في الترب، مثلاً، الترب الكلسية مقابل الترب الحامضية، فإن اختبارات التربة تتنوع أيضاً ولا سيما بالنسبة إلى الفوسفور المتاح والعناصر الغذائية الصغرى، وبشكل أقل، بالنسبة للآزوت (Walsh and Beaton, 1973). وعلى اعتبار الآزوت سريع الحركة في الترب وعرضة للتمعدن–الثبات (mineralization-immobilization) فإنه يطرح مشاكل خاصة أمام تحقيق اختبار معتمد، في حين تكون الاختبارات من أجل K، pH، OM، $CaCO_3$ أكثر دقة.

منذ تطوير اختبار DTPA من قبل Lindsay (1978) و Norvell واعتماد آزوميثان–H (azomethine-H) كمحلول تظهير اللون بالنسبة لعنصر البورون (Gaines and Mitchell, 1979)، والعناصر الغذائية الصغرى (Fe, Mn, Zn, Cu, B) أصبحت الاختبارات في الترب القلوية قابلة للاعتماد

بشكل أكثر، ورغم تطور الاختبارات من أجل الجبس (Richards 1954; FAO, 1990)، مازالت هناك مشكلات فريدة أمام قياس السعة التبادلية للكاتيونات (CEC) في ترب كهذه (Rhoades and Mitchell, 1979) .

تعد المراجع التي تتناول اختبارات التربة غنية ومتنوعة. حيث تشمل بعض الأمثلة البارزة كلاً من:

1. الدراسات و الرسائل العلمية الصادرة عن الجمعية الأمريكية للعلوم الزراعية والمتعلقة بالتحاليل الفيزيائية (Klute, 1986) ، والكيميائية (Page, 1982)، والتي تقدم وصفاً مفصلاً عن جميع اختبارات التربة المتاحة وتعديلاتها.
2. مطبوعات الجمعية الأمريكية لعلوم التربة (Walsh and Beaton, 1973; Westerman, 1990) التي تتبنى نظرة أوسع لفلسفة طرائق العمل، وعمليات المختبر في تحليل التربة والنبات، مع التفسيرات المعيارية لبعض المحاصيل الخاصة.
3. اختبارات التربة مدرجة على شكل كتاب مدرسي (Hesse, 1971).
4. مطبوعات جامعية تبدأ بتلك المطبوعات التي تتناول جميع اختبارات التربة والماء والنبات (Chapman and Pratt, 1961) وتنتهي بالمطبوعات الأضيق مجالاً (Reisenaur, 1983).
5. مطبوعات تتناول الاعتبارات النظرية المتعلقة بأخذ العينات، ومعامل الارتباط، والمعايرة والتفسيرات (Brown, 1987).
6. المطبوعات الموجهة تجارياً والتي تعكس **الوسائل التقنية الحديثة**، وتحليل البيانات ومعالجتها باستخدام الحاسب (Jones, 1991; Jones *et al*, 1991) .
7. وأخيرا، المطبوعات المكتوبة بنفس أسلوب **كتب الطبخ والوصفات الغذائية** "**Recipe/Cook-book**" مع مناقشة محدودة أو غير موجودة، إنها مجرد قوائم تحتوي على العناصر الكيميائية المستخدمة والخطوات العامة الداخلة في طرق العمل (Quick, 1984).

رغم أن معظم مصادر اختبارات التربة تأتي من الغرب، إلا أن المطبوعات الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO, 1970; 1980) تتسم بنطاق أوسع وتعتمد منظور البلدان النامية. فغالباً ما تكون *اختبارات التربة في تلك البلدان أقل تطوراً*، وفي بعض الحالات غير موجودة أصلاً. وبشكل مماثل، غالباً ما تكون البحوث المتعلقة باختبارات التربة وتحليل النبات مجزأة.

يقود ذلك إلى دراسة واقع منطقة وسط وغربي آسيا وشمالي إفريقيا التي يضطلع بخدمتها المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA). ففي هذه المنطقة، تلعب شبكة معايرة اختبارات التربة في إيكاردا دور المحفز لتعزيز اختبارات التربة، وتقود في نهاية الأمر إلى مزيد من الاستخدام الكفؤ للتربة وموارد الأسمدة في المنطقة. ويمكن التحقق من تطورها وتأثيرها المحتمل من خلال الدراسة المعمقة للأوراق المقدمة في ورشات عمل متعددة أجريت في حلب، 1986 (Soltanpour, 1987)، أنقرة، 1987 (Matar *et al*., 1988)، عمان، 1988 (Ryan and Matar, 1990) وأغادير، 1991 (Ryan and Matar, 1992).

يعتبر مختبر تحليل التربة والنبات أساسياً لشبكة معايرة اختبارات التربة وعمليات إيكاردا بشكل عام. ورغم أن مرافقه قد صممت وطورت بدون عوائق شهدتها مختبرات أخرى حكومية أو تعليمية في المنطقة، فإن بعض الإجراءات التي تم تعديلها من قبل المختبر ترتكز على *بحوث إقليمية معتمدة*، مثل N وP.

يكمن مفتاح العمل في أي مختبر جديد بالثقة في وجود قائمة بالاختبارات الملائمة، يتم عرضها بطريقة يمكن اتباعها بسهولة وبشكل روتيني من قبل هؤلاء الذين يقومون فعلياً باختبارات التربة وتحليل النبات، ونعني بهم *فنيو المختبر*. لذلك فإن القراء المستهدفين لهذا الكتاب هم مجموع العاملين الفنيين في كافة أرجاء المنطقة.

لقد تم تقديم مدخل موجز لكل اختبار، وعلى الفني أن يمتلك *فهماً أولياً لأهمية العمل الذي يقوم به*، كما أن عليه أن يعرف مجال *القيم المتوقعة للترب* في هذه المنطقة، الأمر الذي يساعد على تحديد الأخطاء الجسيمة بسهولة أكبر. ولقد حاولنا اختيار أكثر الطرق ملاءمة لكل اختبار و عرضناه بأسلوب واضح بشكل تدريجي.

وإلى جانب ذلك يتناول الدليل اختبارات التربة بشكل أساسي، حيث يتم عرض عدد من الاختبارات المهمة للنبات نظراً لكونها مكملة لاختبارات التربة، ومهمة للدراسات المتعلقة بخصوبة التربة و تغذية النبات. وبصورة مماثلة، حظيت الخواص الفيزيائية بتركيز مطلوب، مع وصف الاختبارات الروتينية التي تجرى مع التحليل الكيميائي. وتم التركيز على أهمية أخذ عينات التربة والنبات بشكل مناسب، وتوصيف مجموعة العينات، ومعالجتها، وشروط تخزينها.

كما عرضنا في هذا الدليل معلومات حول *تنظيم المختبر وإجراءات السلامة* فيه، وهي جوانب غالبا ما *يغفلها* الكادر الفني، إلا أن لها تأثيراً كبيراً في مردود عمل ذلك الكادر ودقته. بالإضافة إلى ذلك، احتوت الملحقات على معلومات مفيدة جداً تتسم بمدلول عملي مثل الاختصارات، وعوامل التحويل، والأوزان الذرية، وتركيز المحاليل، وتأثير درجة الحموضة pH في التربة، وملخصات طرائق اختبار التربة، ودليل أخذ عينات النبات، والمعايير في تفسير بيانات تحليل التربة والنبات، وملوحة التربة، وتفسيرات سمية البورون.

رغم أن هذا الدليل قد كتب باللغة الإنكليزية بالطبعتين الأولى و الثانية، وهي لغة مطبوعات إيكاردا في منطقة متعددة اللغات، إلا أنه لايتطلب سوى معرفة أولية بتلك اللغة لاستيعاب الإجراءات المدرجة. وبما أن منطقة عمل إيكاردا تعد منطقة متعددة اللغات، فقد وضعت خطط لإصدار نسخ باللغات الفرنسية، والروسية.